侗歌经验对侗族中学生执行功能的影响*

王　婷[1]　植凤英[2]　陆禹同[1]　张积家[1]

(1.中国人民大学心理学系、国家民委民族语言文化心理重点研究基地、

教育部民族教育发展中心民族心理与教育重点研究基地，北京　100872)

(2.贵州师范大学教育科学学院，贵州贵阳　550001)

摘要　音乐训练对认知能力具有广泛的促进效应。本研究结合执行功能的三个成分(抑制控制、工作记忆和认知灵活性)，在我国民族音乐背景下，匹配实验任务的视觉和听觉形式，探讨侗歌经验对侗族中学生执行功能的影响。结果表明，侗歌组被试在抑制能力和刷新能力上显著好于侗族非侗歌组被试和汉族被试，这一优势在视觉任务中和听觉任务中均存在，说明侗歌经验产生的认知优势具有跨感觉通道的普遍性。侗歌组被试和侗族非侗歌组被试的转换能力差异不显著。侗族非侗歌组被试的抑制能力和转换能力好于汉族被试，这体现了语言和音乐的交互作用。

关键词　侗族；侗族大歌；执行功能

1 引言

音乐是人类意识活动的产物，存在于不同的民族和不同的文化群体中。音乐的多样性和复杂性为人类所独有。一曲音乐需要以正确的序次、恰当的持续时间、合适的时空间距来演奏每一音符，这一过程需要感觉、运动系统及整合脑区的参与，并涉及高级认知过程。音乐训练对与音乐相关的认知功能具有促进作用。例如，无论是音高知觉(Schellenberg & Moreno，2010)，还是音乐情绪(Juslin，2013)和意义认知(Steinbeis & Koelsch，2011)，音乐家都比普通人水平更高。这种优势效应还迁移到与音乐无关的认知中，如注意(Wang，Ossher，& Reuter-Lorenz，2015)、记忆(Dege，Wehrum，Stark，&Schwarzer，2011)、智力(Dege，Kubicek，& Schwarzer，2011)、创造力(Gibson，Folley，&Park，2009)。音乐训练对文化适应(Frankenberg et al，2016)、攻击行为(Roden，Zepf，Kreutz，Grube，& Bongard，2016)、亲社会行为(Schellenberg，Corrigall，Dys，& Malti，2015)等高级社会认知也有调节作用，甚至导致大脑的结构与功能变化。

作为人类认知的总调控机制，执行功能协调各种认知过程，分配与调节注意资源，保证

*收稿日期：2018-08-08

中国人民大学科学研究基金(中央高校基本科研业务费专项基金资助)项目“语言影响人格：来自双语者与双言者的行为与生理证据” (项目编号：17XNL002)阶段性成果。

通信作者: 张积家, E-mail: Zhangjj1955@163.com

注：植凤英共同为第一作者。

认知系统以灵活、优化的方式达到目标。Diamond(2013)和 Miyake 等(2000)证明，执行功能属于多维结构，包括抑制控制(inhibitory control)、工作记忆更新(working memory)和认知灵活性(cognitive flexibility)，各成分之间相对独立。研究发现，执行功能在音乐训练的促进机制中发挥重要作用，音乐训练直接影响执行功能。

抑制控制是指个体抑制优势反应从而有效地完成既定任务。抑制功能是执行功能的重要成分，几乎参与到所有的执行功能任务中。许多研究者甚至把执行功能等同于抑制控制能力。考察抑制控制的任务包括 Stroop 任务、Go/No-go 范式、反向线索任务、信号停止范式等(Hampshire & Sharp，2015)。个体在同他人一起从事音乐活动时，需要抑制控制来解决冲突，调整自己和他人的演唱(Jentzsch，Mkrtchian，&Kansal，2014)；在加工多旋律音乐时，更需要抑制控制参与(Vuust，Wallentin，Mouridsen，Ostergaard，&Roepstorff，2011)。有音乐经验的人在抑制控制上更有优势(Moreno & Farzan，2015)，这一优势效应在不同年龄群体中均得到证明。Travis，Harung 和 Lagrosen(2011)发现，相对于业余音乐爱好者，音乐家的色词干扰效应更小，抑制控制能力更好。Bialystok 和 DePape(2009)采用听觉 Stroop 任务和视觉 Simon 任务，发现音乐家在一致条件和冲突条件的反应时均短于非音乐家。Moreno 等(2014)采用停止信号任务，D'Souza 等(2018)采用 Flanker 任务，均发现音乐家的抑制控制能力优势。这说明，长期音乐训练对抑制控制能力的促进作用不仅表现在听觉领域，在语义干扰、空间位置干扰方面也有体现。Moreno 等(2011)对 5 岁儿童进行 4 周的高强度音乐训练，发现训练提升儿童在 Go/No-go 任务上的表现，说明短期音乐训练也提升儿童的抑制控制能力。Seinfeld，Figueroa，Ortiz-Gil 和 Sanchez-Vives(2013)发现，相对于从事休闲运动训练的老年人，进行 4 个月钢琴训练的老年人在 Stroop 任务上干扰效应更小。Amer，Kalender，Hasher，Trehub 和 Wong (2013)发现，老年音乐家比非音乐家在多项认知控制任务上表现得更出色。

工作记忆刷新是按照任务要求持续更新工作记忆内容，不断加工和储存新信息，灵活操作工作记忆的信息。记忆刷新能力测量通常采用活动记忆范式、N–back 范式、痕迹追踪任务。音乐家在演奏中不仅要提前在视空间画板中存储和加工动态变化的音符，还在语音回路中实时监控乐器的演奏效果，实现听觉、视觉、运动及执行控制系统间的动态交互(陈杰，刘雷，王蓉，沈海洲，2017)。音乐家要提前规划多个音节(Drake & Palmer，2000)。Slevc，Davey，Buschkuehl 和 Jaeggi(2016)让有不同音乐经验的音乐家完成听觉音高 N–back 任务和视觉字母 N–back 任务，发现音乐训练有效地预测听觉工作记忆和视觉工作记忆的刷新能力。Pallesen 等(2010)让音乐家和非音乐家分别完成低负荷(1back)和高负荷(2back)的听觉 N–back 任务，发现音乐家的反应时更短，错误率更低。音乐家负责注意和认知控制的脑区的 BOLD

反应更强，在高负荷条件下尤为显著。

认知灵活性也称为“注意转换”。它是指在不同任务、操作或心理定势间反复转换的能力，是内源性的注意控制机制。转换研究通常采用任务转换范式、双任务范式、威斯康辛卡片分类任务。Zuk，Benjamin，Kenyon 和 Gaab(2014)发现，音乐家在连线测验(TMT–B)中表现更好。这一任务要求把数字和字母按顺序连接起来，并在两者之间不断转换。这一效应在老人(Hanna–Pladdy & MacKay，2011)和儿童身上均得到证实。Bugos 等(2007)让老年人进行6 个月的钢琴训练，发现他们在连线测验中表现更好。Zuk 等(2014)发现，接受音乐训练的儿童比对照组儿童表现更好。

总之，大量证据表明音乐经验能够预测被试在抑制、更新和转换任务中的表现。音乐经验对执行功能的影响是对各成分产生均衡的作用，还是具有功能特异性？研究结果并不一致。Okada 和 Slevc(2018)及 Slevc 等(2016)显示，音乐训练仅能促进刷新能力，不能促进抑制控制能力和转换能力。Bialystok 和 DePape(2009)采用视觉任务和听觉任务，发现音乐训练促进抑制控制能力。Moradzadeh，Blumenthal 和 Wiseheart(2015)发现，音乐家的转换代价更小。所以得到不一致的结果，一是因为多数研究只关注执行功能某一方面，未进行全面考察；二是因为研究者通常对比音乐家和非音乐家，但对“音乐家”的操作定义各不相同。音乐能力并非是全或无的二分变量，而是由低到高的连续统。不同类型的音乐经验与认知能力之间有不同联系(Carey et al，2015)。

音乐能力对人生发展具有重要影响。加德纳提出，音乐能力是智力的不可或缺的内容(沈致隆，霍华德·加德纳，2007)。音乐家在音乐领域及跨领域认知确有异于常人之处，但主要证据均来自对西方音乐的研究。中国民族音乐源远流长，具有独特的表现力和鲜明个性。研究者从音乐学、民族学、人类学角度研究中国民族音乐，但鲜有认知角度的研究(叶铮，周晓林，2006)。研究中国民族音乐训练对执行功能的影响，可以为音乐与认知能力关系的理论提供证据。

在我国，侗族是一个能歌善舞的民族。侗族地区素有“诗的家乡，歌的海洋”的美誉(杜成材，2009)。侗族分布在清水江和都柳江流域，地处云贵高原边缘地带，海拔在300米至2000米之间，人口约为288万(黄一柏，2017)。侗族有两千五百多年历史，形成丰富多彩的文化，在建筑、刺绣、艺术上有鲜明的民族特色，侗族大歌(以下简称“侗歌”)更是闻名遐迩。2009年，侗歌被联合国列入《人类非物质文化遗产代表作名录》，标志着侗歌被全世界认可，成为全人类的精神财富之一(邓钧，邓光华，2014)。侗族人常说：“饭养身，歌养心。”侗歌在侗族人生活中具有相当重要的地位。三五成群的侗族人聚集在一起歌唱，是一道令人赏心

悦目的风景线(耿耘，2012)。在侗区，几乎每个寨子都有多个以家族为单位自然形成的歌班。与专业声乐训练不同，侗歌源于民间，唱于民间。侗歌演唱独具特色。它是无指挥、无伴奏、多声部、自然和声的民间合唱形式。“众低独高”是声部组合的原则与显著特征。侗歌多为两个声部，有时有三个声部。低声部如溪水潺潺，高声部宛若蝉鸣，拉腔部嗓音低沉，庄重延绵。因此，侗歌的多声部结构表现出高度和谐感，在音响效果上体现出和谐与统一，体现人与自然和谐共处的哲学理念。这种多声部结构是否会对演唱者的执行功能的不同成分产生影响？为回答这一问题，笔者以Miyak等(2000)、Diamond (2013)的执行功能理论为基础，综合执行功能的三个成分(抑制控制、工作记忆、认知灵活性)，匹配任务的听觉形式和视觉形式，探讨侗歌经验对演唱者执行功能不同成分的影响。研究假设是：(1)侗歌具有多声部特点，演唱者需要实时监控、及时调节演唱的内容、旋律、音调，抑制不同声部干扰，完成自己的声部，这可以锻炼抑制控制能力。(2)学习音乐需要不断更新工作记忆的内容，演奏音乐需要对即将演奏部分有所预期，提前规划多个音节，演唱侗歌有助于提升记忆更新能力。(3)侗歌演唱虽分成不同声部，但每位歌手的声部较固定，较少在不同声部间转换，因而侗歌经验不会影响转换能力。(4)侗歌经验产生的认知优势不仅仅局限在听觉领域，而是具有跨感觉通道的普遍性。

研究侗歌经验对执行功能的影响，不仅有助于厘清中国民族音乐对执行功能的影响，还有其他重要理论价值。根据传统，侗歌要用侗语演唱。研究侗歌就不能脱离侗语。侗语属于汉藏语系壮侗语族侗水语支，分为南北两个方言区，侗歌产生于南部方言区。侗语声韵母简单。侗语与汉语均为声调语言，但侗语声调更复杂，多达9个调值。听侗族人讲话，如同听歌一般。这种富有歌唱性的语言，形成侗歌的特殊音乐感觉。在侗歌中，除拉木号子有喊叫且音域较宽外，几乎所有侗歌都在自然音域中演唱。侗歌正是侗族人在原来具有音乐美的语言中经过长期加工、提炼，模仿自然环境中的流水、花草虫鱼、蝉鸣等创造出来的优美旋律，体现了侗语对侗族音乐旋律、结构和音乐思维的影响(潘永华，2012)。音乐与语言在结构和功能上具有相似性。赖寒、徐苗、宋宜颖和刘嘉(2014)从音乐与语言的层级结构出发，探讨两者神经基础的异同。音乐知觉分为低层级音程分析和高层级结构分析，语言知觉分为低层级语音分析、较低层级词义分析和高层级句子分析，发现音乐和语言的各层级间均存在共有神经环路节点，不同层级重合的神经环路不尽相同。在低层级加工阶段，音乐和语言存在共享神经基础，在更高层级加工阶段，更多地表现出各自的独特性。因此，研究侗歌经验对执行功能的影响有助于考察音乐和语言的交互作用。侗歌认知功能研究还有重要实践价值。侗歌是中华民族的优秀文化遗产，树立文化自信是当前国民精神建设的重要方面。发现侗歌的

重要认知功能，不仅可以为音乐教育、民族教育提供不可多得的素材，还有助于提升中华民族的文化自信，让侗歌在民族教育和民族精神文明建设中发挥更大作用。只有这样，侗歌的传承与保护才能具有永不竭尽的动力，民族优秀文化遗产才能够不断地发扬和光大。

2 实验1 侗歌经验对侗族中学生抑制能力的影响

2.1 实验 1a 侗歌经验对侗族中学生听觉抑制能力的影响

2.1.1 被试

黔东南苗族侗族自治州从江县第一民族中学高中生 96 名(男生 41 名，女生 55 名)，身体健康，听力、视力或矫正视力正常，右利手。侗族学生 64 名，母语为侗语，在学龄前均熟练掌握汉语，为早期熟练双语者。32 名学生来自学校侗歌班，有五年以上侗歌经验，32 名无侗歌经验。汉族学生 32 名，母语为汉语，不会说侗语。

采用问卷评定被试的家庭经济地位、音乐能力及语言能力。家庭经济地位通过父母受教育程度及职业和家庭人均月收入衡量。参照杨秀木、齐玉龙、申正付、韩布新和孟贝(2015)的研究，每一项分为 5 个等级，以各项等级之和作为家庭社会经济地位的指标，范围在 5~25 分之间。由于侗族非侗歌组被试和汉族被试未接受或较少接受音乐训练，音乐能力评估采用 Peret 等设计的《蒙特利尔失歌症诊断测验》(MBEA)。这一测验用于失歌症鉴别(胡雅娟，汪凯，2009；Jiang，Hamm，Lim，Kirk，& Yang，2010；Nan，Sun，& Peretz，2010)，也用作音乐能力测验(Peretz & Coltheart，2003)，包括音阶、轮廓、音程、节奏、节拍及记忆 6 个分测验，适用于成人，以各分测验评分均值作为音乐能力指标。采用 5 点量表自评母语和汉语的熟练程度及使用频率。被试信息见表 1。

表 1 被试的基本情况(N=96)

被试特性	侗歌组(n=32)	侗族非侗歌组(n=32)	汉族(n=32)	F/X^2
性别	38%(男)，62%(女)	41%(男)，59%(女)	50%(男)，50%(女)	1.11
年龄	17.34(0.90)	17.38(0.55)	17.50(0.76)	0.39
居住地	94%(乡村)	84%(乡村)	81%(乡村)	2.31
家庭经济地位	7.13(1.77)	7.84(2.17)	7.63(2.34)	0.98
MBEA 音乐能力	26.31(1.97)	24.04(2.08)	23.00(2.50)	20.80**
母语熟练程度	4.18(0.57)	4.16(0.85)	4.22(0.79)	0.08
母语使用频率	4.25(0.67)	4.13(0.87)	4.56(0.91)	2.39
侗族汉语熟练程度	3.63(0.55)	3.78(0.79)	——	0.91

侗族汉语使用频率	4.13(0.79)	4.28(0.73)	——	0.82

注：括号内的数字为标准差， *代表 $p<0.05$，**代表 $p<0.01$，***代表 $p<0.001$，下同。

统计分析表明，三组被试仅在 MBEA 音乐能力上差异显著，$F(2，93)=20.80$，$p<0.001$，$\eta_p^2=0.31$，95%CI=[24.02，24.87]。事后检验表明，侗歌组被试得分显著高于侗族非侗歌组被试($p<0.001$，95%CI=[0.99，3.55])和汉族被试($p<0.001$，95%CI=[2.03，4.59])，侗族非侗歌组被试和汉族被试的得分无显著差异，$p>0.05$。

2.1.2 设计

3(被试类型：侗歌组/侗族非侗歌组/汉族)×2(实验条件：一致/冲突)混合设计。被试类型为被试间变量，实验条件为被试内变量。因变量为被试做音高判断的反应时和正确率。

2.1.3 材料

语音材料使用 Adobe Audition 1.5(Adobe Systems Incorporated，2005)制作，由一位中国女性读出汉字“高”和“低”，音长 550ms，音高分为高音(D4，753.56Hz)和低音(D2，180.13 Hz)，共有 4 个语音刺激。练习材料为同一女性发出汉字“啊”的语音，音长 550ms，高音为 747.15Hz，低音为 177.44Hz。所有材料以听觉形式呈现，音强平均为 65~75dB 之间。

2.1.4 仪器和程序

采用 LENOVO 计算机呈现刺激，显示器为 17 吋彩显，分辨率为 1024×768 像素，刷新率为 85Hz。音频输出使用 Sennheiser 耳机(型号：HD 206)。采用 Eprime2.0 编制程序，刺激呈现时间、反应时均由计算机记录。被试距离屏幕 60cm，单独测试，屏幕背景为白色(下同)。

实验程序为：首先在屏幕中央呈现“+”注视点 250ms，然后通过耳机呈现刺激 550ms，要求忽略语音意义，判断音高。如果是低音，点击鼠标左键，如果是高音，点击鼠标右键，半数被试按键按此方式，另一半被试按键方式相反。刺激在被试按键后消失。如被试在 2s 内未反应，刺激自动消失，进入 1000ms 空屏缓冲，随后进入下一试次。在播放语音同时，在屏幕左侧呈现字母 D，表示低音，在屏幕右侧呈现字母 G，表示高音，以提示被试按键。语义–音高一致刺激和语义–音高冲突刺激各半，平衡高音刺激与低音刺激，刺激呈现经过随机化处理，共有 96 个试次。

被试先练习，材料为中性刺激，即高音或低音的“啊”，使被试熟悉不同音高。练习 10 个试次，正确率达到 100%后开始实验。计算机自动记录反应时和反应正误，计时单位为 ms，误差为±1ms (下同)。

2.1.5 结果与分析

反应时分析时删去 *M*±3*SD* 之外的数据(下同)。结果见表 2。

表 2 听觉抑制任务的平均反应时(ms)和平均正确率(%)

被试类型	反应	实验条件		Stroop 效应量
		语义与音高一致	语义与音高冲突	
侗歌组	反应时	609(107)	631(109)	22(32)
(*n*=32)	正确率	96.48(3.32)	93.48(4.62)	3.00(4.74)
侗族非侗歌组	反应时	635(85)	689(98)	54(39)
(*n*=32)	正确率	96.45(4.07)	93.08(5.14)	3.38(6.00)
汉族	反应时	640(84)	709(74)	69(33)
(*n*=32)	正确率	91.17(10.53)	89.00(11.52)	2.17(8.24)

反应时的方差分析表明，被试类型的主效应显著，$F(2，93)=3.13$，$p=0.048$，$\eta_p^2=0.06$，95%CI=[633.44，670.74]。均数比较表明，侗歌组被试的反应时(*M*=620ms)显著短于侗族非侗歌组被试(*M*=662ms)，$p=0.006$，95%CI=[-88.36，3.01]，也显著短于汉族被试(*M*=674ms)，$p=0.01$，95%CI=[-100.51，-9.14]；侗族非侗歌组被试和汉族被试的反应时差异不显著，$p>0.05$。实验条件的主效应显著，$F(1，93)=186.18$，$p<0.001$，$\eta_p^2=0.67$，95%CI=[41.38，55.47]。语义与音高冲突条件的反应时(*M*=676ms)比语义与音高一致条件(*M*=628ms)显著长。被试类型和实验条件交互作用显著，$F(2，93)=15.36$，$p<0.001$，$\eta_p^2=0.25$。简单效应分析表明，当语义与音高一致时，三组被试的反应时差异不显著，$p>0.05$；当语义与音高冲突时，侗歌组被试的反应时(*M*=631ms)显著短于侗族非侗歌组被试(*M*=689ms，$p=0.046$，95%CI= [-116.44，-0.82])和汉族被试(*M*=709ms，$p=0.004$，95%CI=[-136.24，-20.62])，侗族非侗歌组被试和汉族被试的反应时差异不显著，$p>0.05$。

反应时的 Stroop 效应量为冲突条件与一致条件的反应时之差。见图 1。

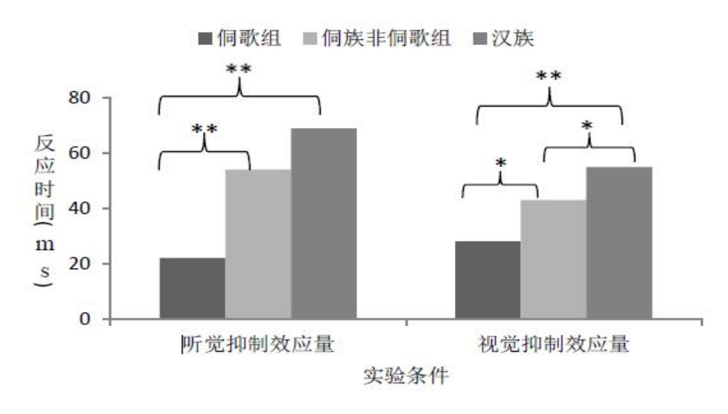


图 1 被试在听觉任务和视觉任务下的抑制效应量

方差分析表明，$F(2，93)=15.36$，$p<0.001$，$\eta_p^2=0.25$。均数比较表明，侗歌组被试的效应量(M=22ms)显著小于侗族非侗歌组被试(M=54ms，p=0.001，95%CI=[-53.10，-10.71])和汉族被试(M=69ms，$p<0.001$，95%CI=[-68.41，-26.23])，侗族非侗歌组被试与汉族被试的效应量差异不显著($p>0.05$)。

正确率的方差分析表明，被试类型的主效应显著，$F(2，93)=5.74$，p=0.004，$\eta_p^2=0.11$，95%CI=[0.92，0.95]。均数比较表明，侗歌组被试的正确率(M=95%)与侗族非侗歌组被试(M=94.8%)差异不显著，$p>0.05$，但二者的正确率均显著高于汉族被试(M=91%)，p=0.003，95%CI=[0.02，0.08]，p=0.005，95%CI=[0.01，0.08]。实验条件的主效应显著，$F(1，93) = 18.52$，$p<0.001$，$\eta_p^2=0.17$。语义与音高冲突时的正确率(M=91.85%)显著低于语义与音高一致时(M=94.70%)，$p<0.001$，95%CI=[0.02，0.04]。被试类型和实验条件的交互作用不显著，$F(2，93)=0.29$，$p>0.05$。

正确率的 Stroop 效应量为冲突条件与一致条件的正确率之差。三组被试的效应量差异不显著，$F(2，93)=0.29$，$p>0.05$。

2.1.6 讨论

实验 1a 表明，侗歌组被试对实验任务的反应具有优势：反应时显著短于侗族非侗歌组被试和汉族被试，正确率也显著高于汉族被试。在反应时上，侗歌组被试的 Stroop 效应量显著小于侗族非侗歌组被试与汉族被试。这说明，在听觉通道上，侗歌组被试对干扰刺激的抑制能力显著优于侗族非侗歌组被试和汉族被试。这是因为侗歌具有多声部特点，每一声部的演唱者在听觉系统内要及时监控本声部的内容、旋律、音高等，同时抑制来自于其他声部的干扰，从而达到与整体的和谐，锻炼了听觉通道的抑制控制能力。这说明，侗歌经验促进个体听觉抑制能力发展。侗族非侗歌组被试的正确率也显著高于汉族被试，说明对干扰刺激的抑制能力优于汉族被试。原因有两方面，一是侗族非侗歌组被试虽无侗歌演唱经验，但对侗歌演唱耳濡目染，在观看侗歌表演时亦可能专注于某一声部演唱，特别是当演唱者中有自己家庭的成员时；二是由于双语经验所致。

2.2 实验 1b 侗歌经验对侗族中学生视觉抑制能力的影响

2.21 被试

同实验 1a。

2.2.2 设计

3(被试类型：侗歌组/侗族非侗歌组/汉族)×2(实验条件：一致/冲突)混合设计。被试类型为被试间变量，实验条件为被试内变量。因变量为被试做方向判断的反应时和正确率。

2.2.3 材料和程序

刺激材料为指向左和指向右的箭头，长 6.25 cm，宽 0.5 cm，最宽处为 1.25cm，颜色为黑色，呈现在白色背景上。

实验程序为：首先在屏幕中央呈现“+”注视点 250ms，然后在屏幕左侧(x=–400，y=0)或右侧(x=400，y=0)呈现箭头 550ms，在一致条件下，箭头指向与箭头呈现位置相同，在冲突条件下，箭头指向和箭头呈现位置不同，两种条件随机呈现，要求尽快尽量准确地判断箭头朝向，忽略箭头呈现位置。当箭头指向左侧时，点击鼠标左键反应，当箭头指向右侧时，点击鼠标右键反应。半数被试按键按此方式，另一半被试按键方式相反。共有 96 个试次，箭头指向和箭头呈现位置进行平衡处理，随机呈现。实验开始前，被试先进行 10 次练习，在练习中，箭头始终呈现在屏幕中央，被试判断箭头指向，正确率达到 100%后开始实验。

2.2.4 结果与分析

结果见表 3。

表 3 视觉抑制任务的平均反应时(ms)和平均正确率(%)

被试类型	反应	实验条件		Stroop 效应量
		箭头指向与位置一致	箭头指向与位置冲突	
侗歌组	反应时	430(50)	459(55)	28(20)
(*n*=32)	正确率	99.31(1.20)	96.50(4.62)	2.81(4.76)
侗族非侗歌组	反应时	437(50)	479(54)	43(26)
(*n*=32)	正确率	98.84(2.84)	96.38(5.14)	2.47(4.24)
汉族	反应时	434(40)	490(50)	55(22)
(*n*=32)	正确率	96.78(6.46)	95.84(5.05)	0.94(4.45)

反应时的方差分析表明，被试类型的主效应不显著，F(2，93)=1.15，p>0.05。实验条件的主效应显著，F(1，93)=332.01，p<0.001，η_p^2=0.78，95%CI=[444.99，464.64]。箭头指向与箭头位置冲突条件的反应时(M=475ms)显著长于箭头指向与箭头位置一致条件(M=433ms)。被试类型和实验条件交互作用显著，F(2，93)=11.43，p<0.001，η_p^2=0.20。简单效应分析表明，当箭头指向与箭头位置一致时，三组被试的反应时差异不显著，p>0.05；当箭头指向与箭头位置冲突时，侗歌组被试的反应时(M=459ms)显著短于汉族被试(M=490ms)，p=0.06，95%CI=[-1.13,63.18]，其余的组间差异不显著，p>0.05。

反应时的 Stroop 效应量为冲突条件与一致条件的反应时之差。方差分析表明，被试类

型的主效应显著，$F(2，93)=11.43$，$p<0.001$，$\eta_p^2=0.20$。均数比较表明，侗歌组被试的效应量(M=28ms)显著小于侗族非侗歌组被试(M=43ms，p=0.003，95%CI=[-28.14，-0.51])和汉族被试(M=55ms，$p<0.001$，95%CI=[-40.90，-13.27])，侗族非侗歌组被试和汉族被试的效应量差异边缘显著，p=0.08。结果见图 1。

正确率的方差分析表明，被试类型的主效应不显著，$F(2，93)=1.38$，$p>0.05$。实验条件的主效应显著，$F(1，93)=21.07$，$p<0.001$，$\eta_p^2=0.19$，95%CI=[0.96，0.98]。箭头指向与箭头位置冲突时正确率(M=96.24%)显著低于箭头指向与箭头位置一致时(M=98.31%)。被试类型和实验条件的交互作用不显著，$F(2，93)=1.63$，$p>0.05$。

正确率的 Stroop 效应量为冲突条件与一致条件的正确率之差。三组被试的效应量差异不显著，$F(2，93)=1.63$，$p>0.05$。

2.2.5 讨论

实验 1b 发现，侗歌组被试在视觉通道存在抑制控制能力优势。3 组被试的反应仅在冲突条件下差异显著，这是因为冲突条件对选择性注意能力和抑制能力要求更高。综合实验 1a 和实验 1b，说明侗歌经验对抑制能力促进不仅存在于与音乐直接相关的听觉通道中，还扩展到视觉通道中，具有跨感觉通道的普遍性。

实验 1a 发现，在听觉抑制任务中，侗族非侗歌组被试的正确率显著高于汉族被试。实验 1b 发现，在反应时上，无论有无侗歌经验，侗族被试的 Stroop 效应量都显著小于汉族被试。这体现了双语经验对抑制控制能力的影响。侗族学生均熟练掌握侗语和汉语，在言语产生中面临更多语言选择，必须将注意力集中于一种语言上，忽略无关语言。由于经常在目标刺激和分心刺激间进行选择性注意，抑制干扰信息，因而对冲突的控制能力更好。

3 实验2 侗歌经验对侗族中学生刷新能力的影响

3.1 实验 2a 侗歌经验对侗族中学生听觉工作记忆刷新的影响

3.1.1 被试

同实验 1a。

3.1.2 设计

3(被试类型：侗歌组/侗族非侗歌组/汉族)×3(记忆负荷水平：低负荷/中负荷/高负荷)混合设计。被试类型为被试间变量，记忆负荷水平为被试内变量。因变量为方向判断的正确率。

3.1.3 材料和程序

为了减少专业音乐知识的影响，声音材料取自 C 大调单音音阶中 8 个正弦声波音符，

采用 N–back 范式，要求被试又快又准地判断耳机中呈现的声音与它前面第 n 个呈现的声音是否相同。采用 3 种记忆负荷(1–back 低负荷，2–back 中负荷，3–back 高负荷)。在 1–back 低负荷水平，要求判断当前呈现音符与它前面相邻音符是否相同，相同按 J 键，不同按 F 键；当 n=2 时，要求判断当前呈现音符与它前面第二个音符是否相同；当 n=3 时，要求判断当前呈现音符与它前面第三个音符的异同。在实验中，每一音符持续 500ms，判断时间为 2500ms。每一负荷水平的实验包括练习和正式实验。每一负荷水平包括 3 个区间，每一区间包括 20+n 个刺激，目标刺激有 6 个，非目标刺激有 14+n 个。每种实验条件由易到难，均从 1–back 低负荷任务开始，然后进入 2–back 任务和 3–back 任务。每一系列结束后，按回车键进入下一系列试验。

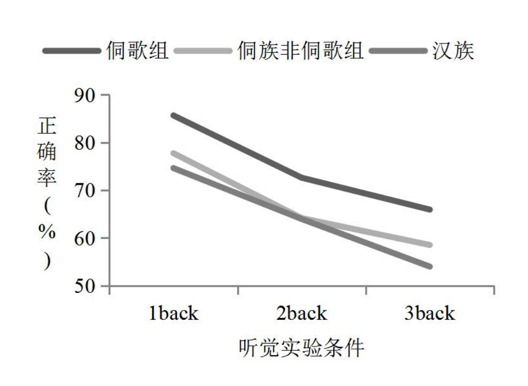
3.1.4 结果与分析

只分析正确率，结果见表 4。

表 4 被试在听觉刷新任务中的平均正确率(%)

被试类型	记忆负荷水平			均值
	1back	2back	3back	
侗歌组 (*n*=32)	85.66(6.60)	72.62(9.96)	65.94(9.38)	74.7(1.6)
侗族非侗歌组 (*n*=32)	77.75(16.05)	64.16(13.59)	58.53(9.29)	66.8(1.6)
汉族 (*n*=32)	74.63(14.52)	63.97(10.25)	54.00(9.32)	64.2(1.6)

方差分析表明，被试类型的主效应显著，$F(2，93)=11.31$，$p<0.001$，$\eta_p^2=0.20$。均数比较表明，侗歌组被试的正确率(M=79.34%)显著高于侗族非侗歌组被试(M=76.66%，p=0.003，95%CI=[0.02，0.14])与汉族被试(M=75.67%，$p<0.001$，95%CI=[0.05，0.16])，侗族非侗歌组被试与汉族被试的正确率差异不显著，$p>0.05$。记忆负荷水平的主效应显著，$F(1，93)=106.14$，$p<0.001$，$\eta_p^2=0.70$，95%CI=[0.67，0.71]。低负荷水平的正确率(M=79.34%)显著高于中负荷水平(M=66.92%，$p<0.001$，95%CI=[0.10，0.15])和高负荷水平(M=59.49%，$p<0.001$，95%CI=[0.16，0.23])。被试类型和记忆负荷水平的交互作用不显著，$F(2，93)=0.65$，$p>0.05$。见图 2。



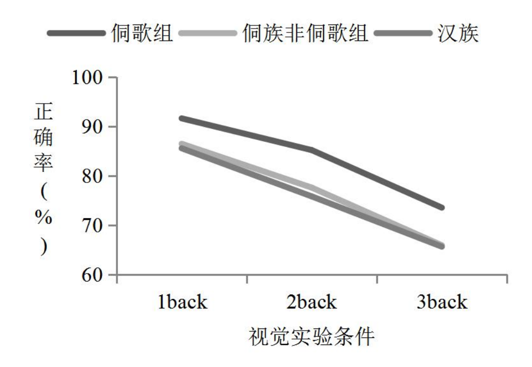


图 2 被试在听觉任务和视觉任务下的记忆刷新正确率

对三种记忆负荷水平分别进行方差分析。结果表明，在低负荷水平，三组被试的正确率差异显著，$F(2，93)=6.06$，$p=0.003$，$\eta_p^2=0.12$。Bonferroni 事后检验表明，侗歌组被试和侗族非侗歌组被试的正确率差异边缘显著(均值差为 7.91%)，$p=0.05$，侗歌组被试的正确率显著高于汉族被试(均值差为 11.03%，$p=0.003$，95%CI=[0.03，0.19])，侗族非侗歌组被试与汉族被试的正确率差异不显著(均值差为 3.13%)，$p>0.05$。在中等负荷水平，三组被试的正确率差异显著，$F(2，93)=6.03$，$p=0.003$，$\eta_p^2=0.12$。Bonferroni 事后检验表明，侗歌组被试的正确率显著高于侗族非侗歌组被试(均值差为 8.47%，$p=0.01$，95%CI=[0.01，0.15])和汉族被试(均值差为 8.66%，$p=0.009$，95%CI=[0.01，0.16])。侗族非侗歌组被试和汉族被试的正确率差异不显著(均值差为 0.19%)，$p>0.05$。在高负荷水平，三组被试的正确率差异显著，$F(2，93)=13.35$，$p<0.001$，$\eta_p^2=0.23$。侗歌组被试的正确率显著高于侗族非侗歌组被试(均值差为 7.41%，$p=0.006$，95%CI=[0.01，0.13])和汉族被试(均值差为 11.94%，$p=0.001$，95%CI=[0.06，0.18])。侗族非侗歌组被试和汉族被试的正确率差异不显著(均值差为 4.53%，$p>0.05$)。

3.1.5 讨论

实验 2a 发现，在低负荷、中负荷和高负荷的听觉记忆水平，侗歌组被试都更具有记忆刷新能力优势，侗族非侗歌组被试和汉族被试的记忆刷新能力却无显著差异。这体现了侗歌经验对听觉记忆刷新能力的促进作用。

音乐是由音符构成的序列信息。加工音乐依赖于对序列顺序的记忆。在侗歌演唱中，演唱者要提前规划多个音节，对即将演唱的部分有所预期，这必然影响其加工序列信息的能力，促进记忆更新能力发展，尤其是在与音乐直接相关的听觉领域。

3.2 实验 2b 侗歌经验侗族中学生对视觉工作记忆刷新的影响

3.2.1 被试

同实验 1a。

3.2.2 设计

3(被试类型：侗歌组/侗族非侗歌组/汉族)×3(记忆负荷水平：低负荷/中负荷/高负荷)混合设计。被试类型为被试间变量，记忆负荷水平为被试内变量。因变量为方向判断的正确率。

3.2.3 材料和程序

材料为 8 个英文字母(C，D，G，K，P，Q，T，V)，要求又快又准地判断屏幕上呈现字母与它前面第 n 个刺激是否相同。也采用 3 种负荷水平(1–back 低负荷，2–back 中负荷，3–back 高负荷)。实验要求同实验 2a。在实验中，每一字母呈现 500ms，判断时间为 2500ms。其余实验安排同实验 2a。

3.2.4 结果与分析

结果见表 5。

表 5 被试在视觉刷新任务中的平均正确率(%)

被试类型	记忆负荷水平			均值
	1back	2back	3back	
侗歌组 (*n*=32)	91.62(6.01)	85.19(8.94)	73.53(8.29)	83.4(1.9)
侗族非侗歌组 (*n*=32)	86.47(14.89)	77.59(12.14)	65.91(12.50)	76.7(1.9)
汉族 (*n*=32)	85.56(12.90)	75.81(14.64)	65.63(13.27)	75.7(1.9)

正确率的方差分析表明，被试类型的主效应显著，$F(2，93)=5.12$，$p=0.008$，$\eta_p^2=0.10$。均数比较表明，侗歌组被试的正确率($M=83.45\%$)显著高于侗族非侗歌组被试($M=76.66\%$，$p=0.03$，95%CI=[0.03，0.13])，侗族非侗歌组被试与汉族被试的正确率($M=75.67\%$)差异不显著，$p>0.05$。记忆负荷水平的主效应显著，$F(1，93)=331.93$，$p<0.001$，$\eta_p^2=0.78$，95%CI=[0.76，0.81]。低负荷水平的正确率($M=87.89\%$)显著高于中负荷水平($M=79.53\%$，$p<0.001$，95%CI=[0.06，0.10])和高负荷水平($M=68.35\%$，$p<0.001$，95%CI=[0.17，0.22])，中负荷水平的正确率显著高于高负荷水平，$p<0.001$，95%CI=[0.09，0.13]。被试类型和实验条件的交互作用不显著，$F(2，93)=0.48$，$p>0.05$。见图 2。

对三种负荷水平分别进行方差分析。结果表明，在低负荷水平，三组被试的正确率差异不显著，$F(2，93)=2.42$，$p>0.05$。在中等负荷水平，三组被试的正确率差异显著，$F(2，93)=5.39$，$p=0.006$，$\eta_p^2=0.11$。侗歌组被试的正确率显著高于侗族非侗歌组被试(均值差为 7.59%，$p=0.01$，95%CI=[0.02，0.14])和汉族被试(均值差 9.38%，$p=0.003$，95%CI= [0.03，0.15])。侗族非侗

歌组被试和汉族被试的正确率差异不显著(均值差为 1.78%)，p>0.05。在高负荷水平，三组被试的正确率差异显著，$F(2, 93)=4.82$，$p=0.01$，$\eta_p^2=0.10$。侗歌组被试的正确率显著高于侗族非侗歌组被试(均值差为 7.63%，$p=0.03$，95%CI=[0.01，0.15])和汉族被试(均值差为 7.91%，$p=0.02$，95%CI=[0.01，0.15])。侗族非侗歌组被试和汉族被试的正确率差异不显著(均值差为 2.81%，p>0.05)。

3.2.5 讨论

实验 2b 在视觉水平上再次证实侗歌经验对记忆刷新能力的促进作用。这种记忆提升效应可能由侗歌特点决定。侗歌的音乐成分多是源于自然界的声音，歌词内容多源于侗族的农业生产和社会生活。在演唱中，侗歌的音乐成分和歌词内容均能唤起演唱者的清晰的视觉表象。而且，随着音乐进行，演唱者头脑中的视觉表象在不断地更新，由此锻炼了视觉记忆更新能力，促进了视觉记忆更新能力发展。

4 实验3 侗歌经验对侗族中学生转换能力的影响

4.1 实验 2a 侗歌经验对听觉转换能力的影响

4.1.1 被试

同实验 1a。

4.1.2 设计

3(被试类型：侗歌组/侗族非侗歌组/汉族)×2(实验条件：重复/转换)混合设计。被试类型为被试间变量，实验条件为被试内变量。因变量为被试判断的反应时和错误率。

4.1.3 材料和程序

转换任务采用可预测线索范式，要求在两个刺激维度间进行灵活转换(Rogers& Mnsell，1995)。在此范式下，任务间转换可以预期，并且在不同任务下使用相同按键，避免刺激在不同任务中按不同标准重新配置，减少抑制能力的影响。

在听觉转换中，两个刺激维度为音高(高音、低音)和音色(管乐、弦乐)。为使不同刺激类型更易区分，在高音和低音之间至少相差 3 个八度，高音选择 A5 和 C6，低音选择 A2 和 F#2。音色区分为管乐(大号、长笛)音色和弦乐(大提琴、小提琴)音色。

实验程序为：首先呈现注视点“+”250ms，接着通过耳机呈现音频刺激 500ms，声音呈现在左耳时，判断音高，低音按 M 键，高音按 C 键；声音呈现在右耳时，判断音色，管乐按 M 键，弦乐按 C 键(将键盘的 C、M 键做出标记)。每呈现两个声音进行一次转换。正确作答后，缓冲 150ms，进入下一试次，作答错误，缓冲 1500ms。在正式实验中，共有 3

个区间，每一区间包含 64 个试次。

在实验开始前，被试先练习，练习按照正式实验中刺激呈现位置线索分别进行，首先练习音高判断，此时刺激只呈现在左耳，有 24 个试次，正确率达到 100%后再进行音色判断练习，此时刺激只呈现在右耳。最后进行转换练习，此时与正式实验一致，刺激在左右耳之间转换。

4.1.4 结果与分析

结果见表 6。

表 6 听觉转换任务的平均反应时(ms)和平均正确率(%)

被试类型	反应	实验条件		转换效应
		非转换条件	转换条件	
侗歌组	反应时	1066 (243)	1203(337)	137(144)
(*n*=32)	正确率	76.06(8.66)	73.13(7.98)	2.94(3.65)
侗族非侗歌组	反应时	1089(219)	1277 (336)	188(157)
(*n*=32)	正确率	75.37(11.83)	72.06(12.27)	3.31(5.87)
汉族	反应时	1093(200)	1346(328)	252(143)
(*n*=32)	正确率	69.53(14.94)	68.38(14.00)	1.16(4.99)

反应时的方差分析表明，被试类型的主效应不显著，$F(2，93)=1.21$，$p>0.05$。实验条件的主效应显著，$F(1，93) = 162.09$，$p<0.001$，$\eta_p^2=0.64$，95%CI=[1124.62，1233.49]。转换条件的反应时(M=1275ms)比重复条件(M=1083ms)显著长。被试类型和实验条件的交互作用不显著，$F(2，93)=1.91$，$p>0.05$。

反应时的转换代价为转换条件与重复条件的反应时之差。见图 3。

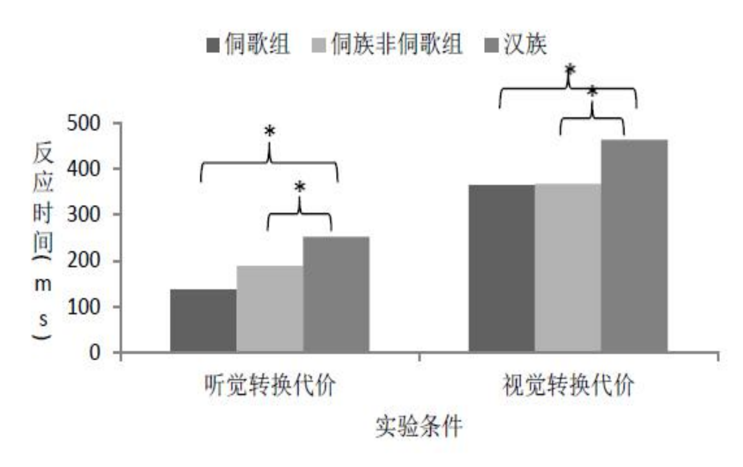


图 3 被试在听觉任务和视觉任务下的转换代价

方差分析表明，三组被试的转换代价差异显著，$F(2, 93) = 4.91$，$p=0.009$，$\eta_p^2=0.10$。均数比较表明，侗歌组被试(M=137ms)与侗族非侗歌组被试(M=188ms)的转换代价差异不显著，$p>0.05$，均显著小于汉族被试(M=252ms)，$p=0.007$，95%CI=[-205.91，-25.53]。

正确率的方差分析表明，被试类型的主效应不显著，$F(2, 93)=2.18$，$p>0.05$。实验条件的主效应显著，$F(1, 93)=23.90$，$p<0.001$，$\eta_p^2=0.20$。重复条件的正确率(M=73.66%)显著高于转换条件(M=71.19%)，$p<0.001$，95%CI=[0.02，0.04]。被试类型和实验条件的交互作用不显著，$F(2, 93)=1.74$，$p>0.05$。

正确率的转换代价为转换条件与重复条件的正确率之差。方差分析表明，三组被试的转换代价差异不显著，$F(2, 93)=1.74$，$p>0.05$。

4.1.5 讨论

实验 3a 表明，侗歌经验对听觉转换能力无显著影响，侗歌组被试和侗族非侗歌组被试的转换代价差异不显著，但均显著小于汉族被试。这可能是因为侗歌虽为多声部民歌，但每一位歌手的声部都较固定，较少需要在不同声部之间转换。因此，侗歌经验对歌手的影响更多表现在抑制能力上，对转换能力无显著影响。侗族被试与汉族被试的转换代价差异显然是受侗族学生的双语经验影响所致。王婷、王丹、张积家、崔健爱(2017)对景颇族研究表明，双语的语言经验对被试的抑制能力和转换能力均具有显著的促进作用。

4.2 实验 3b 侗歌经验对侗族中学生视觉转换能力的影响

4.2.1 被试

同实验 1a。

4.2.2 设计

3(被试类型：侗歌组/侗族非侗歌组/汉族)×2(实验条件：重复/转换)混合设计。被试类型为被试间变量，实验条件为被试内变量。因变量为被试判断的反应时和正确率。

4.2.3 材料和程序

选择刺激维度为数字(4，5，8，9)和字母(A，I，G，K)。二者排列组合构成一系列数字字母对(如，A5，K9)。在正式实验时，首先呈现注视点“+”250ms，接着在屏幕上呈现数字字母组合 500ms，当刺激呈现在屏幕左侧时，判断数字奇偶，奇数按 C 键，偶数按 M 键；当刺激呈现在屏幕右侧时，判断字母是元音还是辅音，声母(辅音)按 M 键，韵母(元音)按 C 键(将键盘的 C、M 键作出标记)。每呈现两个刺激进行一次转换。被试正确作答后，缓冲 150ms，进入下一试次，作答错误，缓冲 1500ms。正式实验包括 3 个区间，每一区间有 64 个试次。

在实验开始前，被试先练习。练习按照正式实验中刺激呈现位置线索分别进行。首先练

习奇偶判断，此时数字只呈现在屏幕左侧，并结合中性刺激(#，?，/，%)，如#5，？9，练习 24 次，正确率达 100%后再进行元音辅音判断，此时字母只呈现在屏幕右侧，并结合中性刺激，如/K，%A。最后进行转换练习，此时与正式实验一致，刺激在数字和字母间转换。

4.2.4 结果与分析

结果见表 7。

表 7 视觉转换任务的平均反应时(ms)和平均正确率(%)

被试类型	反应	实验条件		转换效应
		重复条件	转换条件	
侗歌组	反应时	957 (151)	1322(178)	365(155)
(*n*=32)	正确率	94.44(8.04)	92.47(8.12)	1.98(4.31)
侗族非侗歌组	反应时	962(249)	1329 (299)	367(185)
(*n*=32)	正确率	91.38(8.90)	89.34(9.61)	2.03(4.58)
汉族	反应时	988(248)	1451(270)	463(192)
(*n*=32)	正确率	90.06(13.41)	85.50(13.14)	4.56(2.85)

反应时的方差分析表明，被试类型的主效应不显著，*F*(2，93)=1.21，*p*>0.05。实验条件的主效应显著，*F*(1，93)=480.48，*p*<0.001，η_p^2=0.84，95%CI=[1121.81,1214.21]。转换条件的反应时(*M*=1367ms)显著长于重复条件(*M*=969ms)。被试类型和实验条件的交互作用不显著，*F*(2，93)=1.85，*p*>0.05。

反应时的转换代价为转换条件与重复条件的反应时之差。方差分析表明，三组被试的转换代价差异显著，*F*(2，93)=3.17，*p*=0.04，η_p^2=0.06。均数比较表明，侗歌组被试(*M*=365ms)和侗族非侗歌组被试(*M*=367ms)的转换代价差异不显著，*p*>0.05，但均显著小于汉族被试(*M*=463ms)，*p*=0.06，95%CI=[-206.53,10.41]。见图 3。

正确率的方差分析表明，被试类型的主效应不显著，*F*(2，93)=2.47，*p*>0.05。实验条件的主效应显著，*F*(1，93)=41.66，*p*<0.001，η_p^2=0.31，95%CI=[0.89,0.93]。重复条件的正确率(*M*=91.96%)显著高于转换条件(*M*=89.10%)。被试类型和实验条件的交互作用显著，*F*(2，93)=3.73，*p*=0.02，η_p^2=0.07。简单效应分析表明，在重复条件下，三组被试的正确率没有显著差异，*ps*>0.05；在转换条件下，侗歌组被试的正确率(*M*=92.47%)显著高于汉族被试(*M*=85.50%)，*p*=0.03，95%CI=[-0.02，0.11]，侗族非侗歌组被试的正确率(*M*=89.34%)与侗歌组被试和汉族被试差异均不显著，*p*>0.05。

正确率的转换代价为转换条件与重复条件的正确率之差。方差分析表明，三组被试的转换代价差异显著，$F(2,93)=3.73$，$p=0.028$，$\eta_p^2=0.07$，95%CI=[0.02，0.04]。侗歌组被试(M=1.98%)和侗族非侗歌组被试(M=2.03%)的转换代价差异不显著，但均小于汉族被试(M=4.56%)，p=0.05，95%CI=[-0.05，0.00]。

4.2.5 讨论

实验 3b 得到与实验 3a 类似的结果：侗歌经验对转换能力无显著影响。这是因为侗歌演唱虽然分成不同声部，但“众低独高”是显著特征。每位歌手的声部都较固定，较少出现在不同声部间转换。这说明，侗歌经验并非对执行功能的各种成分产生均衡作用，其影响具有功能特异性。

无论是听觉任务还是视觉任务，侗歌组被试和侗族非侗歌组被试的转换代价差异不显著，但均小于汉族被试，说明侗族被试有转换能力优势。这是因为侗族被试均是早期熟练双语者，经常在侗语和汉语间转换，双语经验提高了侗族被试的转换能力。这与国内已有少数民族多语的研究结果(王婷等，2017)一致。

5 综合讨论

众多研究关注执行功能和音乐能力的关系，却很难得到确切答案。这是因为多数研究只关注执行功能某一成分，少量综合研究亦少有匹配视觉任务和听觉任务(Dege，Kubicek，& Schwarzer，2011；Schellenberg，2011；Slevc et al，2016)，因而很难明确音乐家优势效应只存在于听觉能力，还是视觉能力也有优势。已有研究主要基于西方音乐。西方音乐是由基本乐理、和声、曲式、复调等形成的人工语言表达体系，与日常语言脱离。中国民族音乐的风格与自然语言或方言相伴随，保留了音乐的日常语言表达体系(管建华，2014)。这种语言与音乐的交互作用对执行功能的不同成分有何影响？本研究表明，侗歌组被试的抑制能力和刷新能力显著好于侗族非侗歌组被试和汉族被试，这一优势在视觉、听觉通道中均存在，说明由音乐经验引起的认知优势具有跨感觉通道的普遍性。侗歌组被试和侗族非侗歌组被试的转换能力无显著差异，说明侗歌经验对执行功能的影响具有功能特异性。侗族非侗歌组被试的抑制能力和转换能力又好于汉族被试，体现了语言和音乐的交互作用。侗歌的突出特点是口语化，以传授知识、文化为目的，是一种实用需要。相对于西方音乐，这种语言与音乐的交互作用在我国民族音乐中表现得更显著(张贵华，2004)。

5.1 关于侗族大歌对执行功能不同成分影响的差异

对西方音乐家研究表明，音乐家具有记忆保持和更新能力优势(George & Coch，2011；

Meinz & Hambrick，2010；Oechslin，Van De Ville，Lazeyras，Hauert，& James，2013；Pallesen et al，2010)。音乐训练提高记忆更新能力(Roden，Grube，Bongard，& Kreutz，2014)。本研究表明，侗歌组被试的记忆更新能力好于侗族非侗歌组被试和汉族被试。音乐训练促进记忆更新能力，是因为音乐加工依赖于表征、保持、加工序列信息的能力(Palmer & Pfordresher，2003)。音乐是由音符按照一定规则组成不同时空关系的片段或篇章，对音乐认知需要感知、识别、解析音符序列，对序列顺序记忆必然要不断更新记忆中的信息。音乐比语言对记忆更新要求更高。语言交流需要迅速从语言表面形式深入到语义理解，交谈者对语言表面形式的记忆较差，音乐中却没有类似抽象过程(Schellenberg，Stalinski，& Marks，2014)。音乐家学习音乐时，需要不断更新工作记忆内容，在演奏音乐时，需要对即将演奏部分有预期，提前规划音节(Drake & Palmer，2000)，因而更具有记忆更新能力优势。

已有对音乐训练与抑制能力和转换能力关系的研究结果不一致。一些研究发现，音乐训练促进抑制控制能力(Bialystok & DePape，2009；Moreno et al，2011，2014；Moradzadeh et al.，2015)；另一些研究发现，音乐训练无法预测抑制控制能力和转换能力(Okada & Slevc，2018；Slevc et al.，2016)。本研究表明，侗歌训练促进记忆更新能力发展，也促进抑制控制能力发展，但对转换能力影响不显著。所以如此，与侗歌特点有关。

作为中国首例多声部民歌合唱，侗歌填补了“中国民歌没有多声部”的空白。侗歌入选“世界人类非物质文化遗产代表作名录”。联合国教科文组织保护非物质文化遗产政府间委员会对其评价是：“一个民族的声音，一种人类的文化”。多声部是指在音乐进行中，同时出现一个以上不同声部的合唱形式。多声部民歌是我国音乐中独具特色的表现形式，也称为“复调民歌”(耿耘，2012)。多声部唱法在高低音中增强对比性的同时又实现和谐统一，在和谐范围内的偶然跳跃为侗歌增添了独特的艺术魅力。侗族歌班在演唱时，没有乐器配备，也无专人指挥，在一人高音之引领下，众声跟随演唱，高低音分合有致，在低声部后，还有一段较长时间的拖着固定低音的拖腔声部，形成由远及近、由细变宏、豁然开朗的声效。演唱侗歌，追求高低不同声调的和谐互衬，以低音来制造高音悠长连绵的效果，使高音更高亢有力，低音更深沉浑厚(杨毅，2014)。在演唱中，每一歌手既要专注于自己的演唱，相互间又要配合默契，不同声部穿插交错、有条不紊、和谐有致。在进入齐唱环节后，不论是起句还是落句，都整齐划一，音调恰当，高低声部相互照应，相得益彰。正由于侗歌的多声部特点，演唱者需要对演唱内容、旋律、音调进行实时监控，及时调节，抑制冲突，排除不同声部的干扰，完成自己的声部，这就锻炼了演唱者的抑制控制能力。

认知神经科学为音乐改善人类脑机能、提升心智水平提供了证据(侯建成，董奇，2010；

张卫东，2014)。研究发现，音高、响度、时序等不同音乐特征分别由脑的不同机能部位完成(Levitin & Tirovolas，2009)。经常演奏音乐，需要对行为实时监察、及时调节，促进脑的控制机能，继而改善前额叶的执行功能(韩明鲲，吕静，2013)。听音乐时脑电变化集中在前额区(Iwaki，Hayashi，& Hori，1997)，前额区负责整合音乐信息和情绪信息，对其他认知任务也有协调与控制功能(李美华，白学军，2005)。这些研究均为音乐训练促进执行功能提供了神经层面的证据。然而，侗歌演唱者却较少在不同声部之间转换。由于侗歌演唱的这一特点，侗歌经验对歌手的转换能力也就无显著影响。

综上所述，侗歌经验对侗族人的执行功能有促进作用，但其影响有功能特异性：影响抑制能力和刷新能力，不影响转换能力。王婷等(2017)表明，景颇族“各说各话”的语言经验对执行功能的影响也有功能特异性：影响抑制能力与转换能力，不影响记忆刷新能力。因为讲话者用一种方言讲话时要抑制其他方言激活，在与讲不同方言的家庭成员交际时要在不同方言间转换，却不影响对言语内容更新。侗歌经验对执行功能的影响具有功能特异性是由侗歌特点决定的：演唱者在演唱中要抑制不同声部的干扰，完成自己的声部，需要不断地更新演唱内容，却不需要在不同声部间转换。

5.2 关于侗歌经验影响执行功能的跨感觉通道的普遍性

音乐家的执行功能优势不仅表现在听觉加工和音乐情境中，还拓展到视觉领域。音乐家在视觉字母N–back任务存在优势(Oechslin，Van De Ville，Lazeyras，Hauert，& James，2013)。本研究证实，侗歌经验对执行功能的影响具有跨感觉通道的普遍性。这意味着，侗歌经验不仅对执行功能和语音回路有塑造作用，还对视空间画板有塑造作用。侗歌经验属于听觉经验，为什么在视觉通道中产生促进效应？

(1)侗歌经验加强侗歌演唱者的视觉、听觉、运动及执行控制的系统间的动态交互。工作记忆包括中央执行系统、视空间画板和语音回路，还包括情景缓冲器。情景缓冲器在执行系统控制下保持加工后的信息，联结来自长时记忆和两个子系统，支持后续加工(Baddley，2004；鲁忠义，杜建政，刘学华，2008)。音乐家不仅需要提前在视觉空间画版中存储加工动态变化的音符信息，还需要在语音回路中实时监控音乐演唱效果，实现视觉、听觉、运动及执行控制各系统间的动态交互(Hodges，Hairston，& Burdette，2005；Lee & Noppeney，2011)。由于侗歌源于自然、源于生活，侗歌经验不仅强化了视空间画板和语音回路的动态交互，而且使演唱者形成特有的情境缓冲器。在这种情境缓冲器中，不仅储存丰富鲜明的听觉表象，还储存栩栩如生的视觉表象，两种表象通过侗歌的曲调和歌词有机结合起来，产生特有的认知效果。因此，侗歌经验不仅促进听觉形式的抑制记忆刷新能力，也促进视觉形式

的抑制与记忆刷新能力。

(2)侗歌经验提高了演唱者的多感觉整合能力，特别是视听捆绑能力。各种感觉间产生相互作用，产生联觉，最常见的联觉是“色-听联觉”。在侗歌的声音体系中，很多成分来自自然界的声音，如虫鸣声、鸟叫声、流水声等。这些声音极易唤起演唱者的视觉表象，从而产生联觉。因此，侗歌经验对视觉形式的执行功能亦会产生相应影响。

5.3 关于音乐与语言的交互作用

语言关联性假设认为，语言决定非语言的认知过程，被决定的认知过程对不同语言而言是不同的(Whorf，1956；张积家，刘丽虹，谭力海，2005)。侗族非侗歌组被试的抑制和记忆刷新能力虽然不及侗歌组被试，却显著好于汉族被试。这体现了语言对认知能力的促进作用。对比之下，侗歌组被试的绝对优势是音乐和语言交互作用的结果。

侗族具有本民族语言。侗歌流行于南部方言区。南部方言区的侗语特点是声母和韵母简单，但声调多，字调高低相对，升降变化呈现出一定规律，但抑扬顿挫变化又无固定音高和音律可循，对旋律音调起到一定制约作用。侗族人讲侗语时本来就有一种歌唱感觉。侗歌正是侗族人在侗语中提炼出的美的音乐旋律与和声。研究表明，声调语言背景对加工音乐有积极作用。声调语言背景(如普通话、粤语、泰语和越南语)有助于音高加工(Bent，Bradlow，& Wright，2006；Chandrasekaran，Krishnan，& Gandour，2009；Krishnan，Gandour，& Bidelman，2010；Peng et al，2010)。声调语言者对音乐音高的知觉和模仿力优于英语母语者(Pfordresher和Brown，2009)。Bidelman，Hutka和Moreno (2013)发现，粤语母语者在音高分辨、音高方向识别、音高记忆及旋律分辨上好于英语母语者。这是由于音乐和语言加工共享认知和神经资源，音乐能力和语言能力相互影响，这种跨域联系导致声调语言讲话者在音乐加工方面有优势。尽管汉语和侗语同为声调语言，但侗语声调比汉语复杂。现代汉语只有4个调值，侗语有9个调值。侗语调值使用也严格，有的只能用于上句或下句，有的上下句都不能用，字与字之间发音需要通过细致训练，才能在歌唱中准确使用和表现。这可以解释为什么侗族非侗歌组被试虽然没有丰富的侗歌经验，却在抑制与刷新能力上比汉族被试更有优势。

侗歌演唱同侗语分不开。侗语具有音乐性，侗歌歌词是侗语结晶。为适应侗语特点，侗歌在演唱上有独特方法。侗族歌手在长期音乐积淀下对音准把握极到位。他们声音圆润、甜美，音准、乐感非常好，无论有无伴奏，有无和声，都能准确把握音准。正是这种音乐和语言的交互作用造就了侗族人认知能力的优势(耿耘，2012；张贵华，2004)。

5.4 侗族大歌是生态环境和生产方式的和谐之音

马林诺夫斯基的“文化整体论”认为，每一文化的因素不是孤立的，彼此之间有复杂的

交互关系(费孝通，1995)。侗歌的多声部形式旋律优美，曲调引人入胜，高低音的完美搭配与和谐的和声唱法震惊世界。这种音乐形式不是作曲家或音乐人的创作，而是一种纯天然的原生态文化艺术形式，其产生离不开生产、生活及对世界的体验和感悟。任一民族的民间文艺的产生、发展都与社会文化生态密切相关。侗族创造出侗歌这种震惊世界的艺术瑰宝，与侗族的自然环境与人文环境分不开。

从自然环境看，侗族生活在黔东南、湘西和桂西地区。黔东南是侗族的主要聚居地。那里属于亚热带季风湿润气候，冬无严寒，夏无酷暑。由于地处山区，森林茂盛，河流纵横，风景秀丽，一年四季鸟语花香。这种独特自然环境是侗歌产生的物质基础，也是多声部艺术形成的条件。侗族村寨大多依山傍水，在群山回响作用下，流水鸟鸣、风声雨声共同组成抑扬顿挫、跌宕起伏的自然交响音乐。和谐自然的声音被侗族人作为认知经验固化下来。当侗族人表达内心感情、传承风俗习惯和伦理道德时，这些和谐声音形式就成为侗歌的音乐艺术形式。在该声音体系中，高音成分如虫鸣鸟叫，低音部持续声音像潺潺流水。因此，侗歌的多声部音乐是侗族人与大自然和谐相处中自发形成的，自然生态环境是和声、复调音乐产生的原生地带，侗族人对自然环境的体验认知成就了侗歌(张新杰，杨瑛，2013)。

从人文环境看，侗族是典型的稻作民族，日常生活安排与水稻生长周期息息相关，由此形成一套以农事、农时为纽带的生活习俗。与侗歌相关的民间活动，是稻作文化在时空中的展现。侗族一年中有几个主要节日与水稻生长密切相关，代表稻作生产的开始(秧门节)、转换(吃新节)和终止(过新年)，侗歌也在吃新节和过年达到高潮，并在秧门节后停止。侗民农闲时用功学歌，节庆时以歌相娱(杜成材，2009)。侗族生活在“九山半水半分田”的山区，形成“林粮间作”和“稻鱼鸭共生”的生计方式。生活在同一侗寨里的人互相帮助(杜成材，2009)。农忙时，歌队转化为劳动协作组织。侗歌的和谐统一正是侗族生产生活模式之下多方要素的活态显现。

根据功能主义的观点，社会文化只是一组工具，目的在于满足人的需要。马林诺夫斯基认为，人类具有生存与繁衍等基本需要，基本需要产生基本文化回应，进而诱发出社会性的衍生需要(包括经济、法律和教育体系等)和精神性的整合需要(包括巫术、宗教、艺术等)，衍生需要与整合需要又产生新的文化迫力，进而产生新的文化体系。因此，文化是源自人类需要的工具性实体，它通过大大超过直接适应环境的方式来满足人的需要。需要促使文化产生，文化反过来又满足人的需要(马林诺夫斯基，1936/1987；杨露瑶，2011)。在这里，有一个重要效应马林诺夫斯基没提到，这就是文化不仅满足了人的需要，还促进了人的能力提高。侗歌存在于侗族文化中，是因为它不仅满足了侗族同胞的需要，还带来了演唱者的能力提高，

促进了演唱者的认知机能改善，对文化系统运行有不可替代的作用。侗族有语言无文字，他们用“以歌代文”方式传承历史文化、教育后代。侗歌传承仅凭借记忆口耳相传，歌师以“有声无形”方式逐句教授，歌手通过模仿和听觉记忆逐句学习。这种特殊传承方式对侗族人的认知品质培养起到不可估量的作用。因此，侗歌是侗族文化的传承与延续。在侗族人心中，侗歌的魅力不仅源于音乐，音乐表象后面的教育、社交和娱乐审美功能同等重要。侗歌还具有重要认知发展功能，它促进人的抑制控制能力和记忆刷新能力发展，改善工作记忆功能，对侗族人的智力发展有重要作用。因此，本研究彰显了侗歌不为世人所知的一面，必将有利于对这一优秀文化遗产的传承与保护。另外，随着经济和社会发展，越来越多的儿童接受音乐训练，以此来提高认知能力和文化素质。音乐训练与认知能力的关系引起学者的广泛关注。音乐训练通过何种机制影响个体的认知能力迄今仍不清楚。本研究表明，音乐训练的迁移效应是通过执行功能在起作用，这为音乐教育和音乐学习的重要性提供了实证依据。

本研究也有局限性。对比侗歌组和非侗歌组在不同实验任务中的操作，这种设计只能揭示侗歌经验与执行功能存在关联，不能直接证明二者有因果关系。未来研究可考虑训练研究，探讨侗歌学习前后中央执行能力的改善情况。在研究方法上，可结合ERP、fMRI技术深入考察侗歌经验影响执行功能的神经基础。

参考文献

Amer，T.，Kalender，B.，Hasher，L.，Trehub，S. E.，&Wong，Y.(2013).Do older professional musicians have cognitive advantages? *Plos One*，8(8)，e71630.

Baddeley，A.D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*，*11*(4)，417–423.

Bent，T.，Bradlow，A. R.，& Wright，B. A. (2006).The influence of linguistic experience on the cognitive processing of pitch in speech and nonspeech sounds.*Journal of Experimental Psychology ——Human Perception and Performance*，32，97–103

Bialystok，E.，& DePape，A.(2009).Musical expertise，bilingualism，and executive functioning. *Journal of Experimental Psychology—Human Perception and Performance*，*35*(2)，565–574.

Bidelman，G. M.，Hutka，S.，& Moreno，S.(2013).Tone language speakers and musicians share enhanced perceptual and cognitive abilities for musical pitch: evidence for bidirectionality between the domains of language and music. *Plos One*，*8*，e60676–e60676

Bugos，J. A.，Perlstein，W. M.，McCrae，C. S.，Brophy，T. S.，& Bedenbaugh，P. H.(2007).Individualized piano instruction enhances executive functioning and working memory in older adults.*Aging & Mental*

Health，*11*(4)，464–471

Carey，D.，Rosen，S.，Krishnan，S.，Pearce，M. T.，Shepherd，A.，Aydelott，J.，Dick，F. (2015). Generality and specificity in the effects of musical expertise on perception and cognition. *Cognition*，137，81–105.

Chandrasekaran，B.，Krishnan，A.，& Gandour，J. T.(2009).Relative influence of musical and linguistic experience on early cortical processing of pitch contours. *Brain and Language*，*108*，1–9.

Chen，J.，Liu，L.，Wang，R.，& Shen，H.Z. (2017). The effect of musical training on executive functions. *Advances in Psychological Science*，*25*，1854－1864.

[陈杰，刘雷，王蓉，沈海洲.(2017).音乐训练对执行功能的影响.*心理科学进展*，*25*(11)，1854–1864.]

Davidson，M. C.，Amso，D.，Cruess Anderson，L.，& Diamond，A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory，inhibition，and task switching. *Neuropsychologia*，*44*，2037–2078.

Dege，F.，Kubicek，C.，& Schwarzer，G. (2011). Music lessons and intelligence: a relation mediated by executive functions. *Music Perception*，*29*(2)，195–201.

Dege，F.，Wehrum，S.，Stark，R.，&Schwarzer，G.(2011).The influence of two years of school music training in secondary school on visual and auditory memory. *European Journal of Developmental Psychology*，*8*(5)，608–623.

Deng，J.，& Deng，G.H. (2014). Inheritance，survival and development——the cultural transformation of dong minority big song and its "sustainable development". *Journal of Guizhou University (Social Science Edition)*，(6)，115–121.

[邓钧，邓光华. (2014).传承，生存，发展——论侗族大歌文化转型及其“可持续发展”.*贵州大学学报(社会科学版)*，(6)，115–121.]

Du，C.C. (2009). Dong minority big song: the harmonious voice of livelihood and cultural mode. *Journal of Leshan Teachers College*，*24*(2)，118–121.

[杜成材. (2009).侗族大歌：生计方式与文化模式的和谐之音.*乐山师范学院学报*，*24*(2)，118–121.]

Diamond，A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*，*64*，135–168.

Diamond，A.，& Lee，K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science*，*333*，959–964.

Diamond，B. J.，DeLuca，J.，& Kelley，S. M. (1997). Memory and executive functions in amnesic and non–amnesic patients with aneurysms of the anterior communicating artery. *Brain*，*120*(6)，1015–1025.

Drake，C.，& Palmer，C. (2000). Skill acquisition in music performance: relations between planning and temporal

control. *Cognition*，*74*，1–32.

D'Souza，A. A.，Moradzadeh，L.，& Wiseheart，M. (2018). Musical training，bilingualism，and executive function: working memory and inhibitory control. *Cognitive Research Principles & Implications*，*3*，11.

Fei， X. T. (1995). The experience that learns culture theory from teacher Malinowski. *Journal of Peking University(Philosophy and Social Sciences)*，(6)，53–71.

[费孝通. (1995). 从马林诺斯基老师学习文化论的体会. *北京大学学报(哲学社会科学版)*，(6)，53–71.]

Frankenberg，E.，Fries，K.，Friedrich，E. K.，Roden，I.，Kreutz，G.，Bongard，S. (2016). The influence of musical training on acculturation processes in migrant children. *Psychology of Music*，*44*，114–128.

Geng，Y. (2012). Explore the polyphonic parts of dong minority big song. *Grand Stage*，(7)，37–38.

[耿耘. (2012). 侗族大歌多声部探究. *大舞台*，(7)，37–38.]

George，E. M.，& Coch，D. (2011). Music training and working memory: An ERP study. *Neuropsychologia*，*49*(5)，1083–1094.

Gibson，C.，Folley，B. S.，& Park，S. (2009). Enhanced divergent thinking and creativity in musicians: A behavioral and near–infrared spectroscopy study. *Brain and Cognition*，*69*，162–169.

Guan，J.H. (2014). Differences between the eastern and western music civilizations. *Music Art(Journal of Shanghai Music College)*，(1)，80–92.

[管建华. (2014). 东西方音乐的差异性与文明对话. *音乐艺术(上海音乐学院学报)*，(1)，80–92.]

Hampshire，A.，& Sharp，D. J. (2015). Contrasting network and modular perspectives on inhibitory control. *Trends in Cognitive Sciences*，*19*(8)，445–452.

Han，M.K.，& lv，J. (2013). Music training can improve the executive function of children's frontal lobe. *China Journal of Health Psychology*，*21*，542–545.

[韩明鲲，吕静. (2013).音乐训练对改善儿童前额叶执行功能的作用. *中国健康心理学杂志*，*21*，542–545.]

Hanna–Pladdy，B.，& MacKay，A. (2011). The relation between instrumental musical activity and cognitive aging. *Neuropsychology*，*25*(3)，378–386.

Hodges，D. A.，Hairston，W. D.，& Burdette，J. H. (2005). Aspects of multisensory perception: the integration of visual and auditory information in musical experiences. *Annals of the New York Academy of Sciences*，*1060*，175–185.

Hou，J.C.，& Dong，Q. (2010). Music cognition: research results of brain and cognitive science and educational implications. *Huangzhong(Journal of Wuhan Conservatory of Music)*，(2)，166–173.

[侯建成，董奇. (2010). 音乐认知：脑与认知科学的研究成果及其教育启示. *黄钟(武汉音乐学院学报)*，(2)，

166–173.]

Hu. Y.J.， & Wang. K. (2009). The pilot study of Montreal Battery of Evaluation of Amusia A in China. *Chinese Journal of Clinical Psychology*，*17*(4)，446–448.

[胡雅娟，汪凯. (2009).蒙特利尔音乐测试在中国的试用研究.*中国临床心理学杂志，17*(4)，446–448.]

Huang，Y.B. (2017). *A comparative study on polyphonic folk songs of north and south minorities*(Unpublished master's thesis). Ningxia University.

[黄一柏.(2017).*南北少数民族多声部民歌之比较研究*.硕士学位论文，宁夏大学.]

Iwaki，T.，Hayashi，M.，& Hori，T. (1997). Changes in alpha band EEG activity in the frontal area after stimulation with music of different affective content. *Perceptual and Motor Skills*，*84*(2)，515–526.

Jentzsch，I.，Mkrtchian，A.，& Kansal，N. (2014). Improved effectiveness of performance monitoring in amateur instrumental musicians. *Neuropsychologia*，*52*(100)，117–124.

Jiang，C.，Hamm，J. P.，Lim，V. K.，Kirk，I. J.，& Yang，Y. (2010). Processing melodic contour and speech intonation in congenital amusics with Mandarin Chinese. *Neuropsychologia*，*48*，2630–2639.

Juslin，P. N. (2013). From everyday emotions to aesthetic emotions: Towards a unified theory of musical emotions. *Physics of Life Reviews*，*10*(3)，235–266.

Krishnan，A.，Gandour，J. T.，& Bidelman，G. M.(2010). The effects of tone language experience on pitch processing in the brainstem. *Journal of Neurolinguistics*，*23*(1)，81–95.

Lai，H.，Xu，M.，Song，Y.Y.，& Liu，J. (2014). Distinct and shared neural basis underlying music and language: a perspective from meta–analysis. *Acta Psychologica Sinica*，*46*(3)，285–297.

[赖寒，徐苗，宋宜颖，刘嘉. (2014).音乐和语言神经基础的重合与分离——基于脑成像研究元分析的比较. *心理学报，46*(3)，285–297.]

Lee，H.，& Noppeney，U. (2011).Long–term music training tunes how the brain temporally binds signals from multiple senses. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*，*108*，1441–1450.

Levitin，D. J.，& Tirovolas，A. K. (2009). Current advances in the cognitive neuroscience of music. *Annals of the New York Academy of Sciences*，*1156*，211–231.

Li，M.H.，& Bai，X.J. (2005). Advances in the development of cognitive flexibility in executive function. *Psychology Exploration*，*25*，35–38.

[李美华，白学军.(2005).执行功能中认知灵活性发展的研究进展.*心理学探新，25*，35–38.]

Lu，Z.Y.，Du，J.Z.，&Liu，X.H. (2008). The fourth component of the working memory model—the episodic buffer.

PsychologicalScience，*31*(1)，239–241.

[鲁忠义，杜建政，刘学华. (2008). 工作记忆模型的第四个组成部分———情景缓冲器. *心理科学*，*31*(1)，239–241.]

Malinowski，B. (1936/1987).The scientific theory of culture.Beijing：China Folk Art and Literature Publishing House.

[(英)马林诺夫斯基. (1936/1987). *文化论*. 北京：中国民间文艺出版社.]

Meinz，E. J.，& Hambrick，D. Z. (2010). Deliberate practice is necessary but not sufficient to explain individual differences in piano sight–reading skill: the role of working memory capacity. *Psychological Science*，*21*，914–919.

Miyake，A.，Friedman，N. P.，Emerson，M. J.，Witzki，A. H.，Howerter，A.，Wager，T. D. (2000).The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*，*41*，49–100.

Moradzadeh，L.，Blumenthal，G.，& Wiseheart，M.(2015). Musical training，bilingualism，and executive function: a closer look at task switching and dual–task performance. *Cognitive Science*，*39*，992–1020.

Moreno，S.，Bialystok，E.，Barac，R.，Schellenberg，E. G.，Cepeda，N. J.，Chau，T. (2011). Short–term music training enhances verbal intelligence and executive function. *Psychological Science*，*22*，1425–1433.

Moreno，S.，Wodniecka，Z.，Tays，W.，Alain，C.，& Bialystok，E. (2014). Inhibitory control in bilinguals and musicians: event related potential (ERP) evidence for experience–specific effects. *Plos One*，*9*，e94169.

Moreno，S.，& Farzan，F. (2015). Music training and inhibitory control: a multidimensional model. *Annals of the New York Academy of Sciences*，*1337*，147–152.

Nan，Y.，Sun，Y.，& Peretz，I. (2010).Congenital amusia in speakers of a tone language: association with lexical tone agnosia. *Brain*，*133*，2635–2642.

Oechslin，M. S.，Van De Ville，D.，Lazeyras，F.，Hauert，C.，& James，C. E. (2013). Degree of musical expertise modulates higher order brain functioning. *Cerebral Cortex*，*23*，2213–2224.

Okada，B. M.，& Slevc，L. R.(2018). Individual differences in musical training and executive functions: a latent variable approach. *Memory & Cognition*，1–17.

Pallesen，K. J.，Brattico，E.，Bailey，C. J.，Korvenoja，A.，Koivisto，J.，& Gjedde，A.，et al. (2010). Cognitive control in auditory working memory is enhanced in musicians. *Plos One*，*5*，e11120.

Palmer，C.，& Pfordresher，P. Q.(2003). Incremental planning in sequence production. *Psychological Review*，*110*，683–712.

Pan，Y.H. (2012).*The morphological characteristics and thinking foundation of music in dong minority big song*. Unpublished master’s thesis，Central Conservatory of Music.

[潘永华. (2012).*论侗族大歌音乐形态特征及其形成的思维基础*.硕士学位论文，中央音乐学院.]

Peng，G.，Zheng，H. Y.，Gong，T.，Yang，R. X.，Kong，J. P.，& Wang，S. Y. (2010). The influence of language experience on categorical perception of pitch contours. *Journal of Phonetics*，*38*，616–624.

Peretz，I.，& Coltheart，M. (2003). Modularity of music processing. *Nature Neuroscience*，*6*，688–691.

Pfordresher，P. Q.，& Brown，S. (2009). Enhanced production and perception of musical pitch in tone language speakers. *Attention Perception & Psychophysics*，*71*，1385–1398.

Rennie，D.，Bull，R.，& Diamond，A.(2004).Executive functioning in preschoolers: Reducing the inhibitory demands of the dimensional change card sort task. *Developmental Neuropsychology*，*26*，423–443.

Roden，I.，Grube，D.，Bongard，S.，& Kreutz，G.(2014).Does music training enhance working memory performance? Findings from a quasi–experimental longitudinal study. *Psychology of Music*，*42*，284–298.

Roden，I.，Zepf，F. D.，Kreutz，G.，Grube，D.，& Bongard，S. (2016). Effects of music and natural science training on aggressive behavior. *Learning and Instruction*，*45*，85–92.

Rogers，R. D.，& Monsell，S. (1995). Costs of a predictable switch between simple cognitive tasks. J*ournal of Experimental Psychology–General*，*124*，207–231.

Schellenberg，E. G. (2011). Examining the association between music lessons and intelligence. *British Journal of Psychology*，102，283–302.

Schellenberg，E. G.，Corrigall，K. A.，Dys，S. P.，& Malti，T. (2015). Group music training and children's prosocial skills. *Plos One*，*10*，e0141449.

Schellenberg，E. G.，Stalinski，S. M.，& Marks，B. M. (2014). Memory for surface features of unfamiliar melodies: independent effects of changes in pitch and tempo. *Psychological Research–Psychologische Forschung*，*78*，84–95.

Schellenberg，E. G.，& Moreno，S. (2010). Music lessons，pitch processing，and g. *Psychology of Music*，*38*，209–221.

Slevc，L. R.，Davey，N. S.，Buschkuehl，M.，& Jaeggi，S. M. (2016). Tuning the mind: Exploring the connections between musical ability and executive functions. *Cognition*，*152*，199–211.

Shen，Z.L.，& Howard G. (2007). The current situation and future of the theory of multiple intelligences in China. *Global Education*，(1)，3–7.

[沈致隆，霍华德·加德纳. (2007). 多元智能理论在中国与世界的现状和未来. *全球教育展望*，(1)，3–7.]

Sofia，S.，Heidi，F.，Jordi，O.G.，& Sanchez-Vives，M. V.(2013). Effects of music learning and piano practice on cognitive function，mood and quality of life in older adults. *Front Psychol*，*4*，810.

Steinbeis，N.，& Koelsch，S.(2011).Affective priming effects of musical sounds on the processing of word meaning. *Journal of Cognitive Neuroscience*，*23*，604–621.

Travis，F.，Harung，H. S.，& Lagrosen，Y. (2011). Moral development，executive functioning，peak experiences and brain patterns in professional and amateur classical musicians: Interpreted in light of a Unified Theory of Performance. *Consciousness and Cognition*，*20*，1256–1264.

Vuust，P.，Wallentin，M.，Mouridsen，K.，Ostergaard，L.，& Roepstorff，A. (2011).Tapping polyrhythms in music activates language areas. *Neuroscience letters*，*494*，211–216.

Wang，T.，Wang，D.，Zhang，J.J.，&Cui，J.A. (2017). Effects of "each speaks their own dialect" phenomenon on the executive function of Jingpo students. *Acta Psychologica Sinica*，*49*，1392–1403.

[王婷，王丹，张积家，崔健爱.(2017).“各说各话”的语言经验对景颇族大学生执行功能的影响.*心理学报*，*49*，1392–1403.]

Wang，X.，Ossher，L.，& Reuter–Lorenz，P. A. (2015). Examining the relationship between skilled music training and attention. *Consciousness and Cognition*，*36*，169–179.

Weiskrantz，L.，GoldmanRakic，P.，Baddeley，A.，Robbins，T. W.，Petrides，M.，Passingham，R. E.，... Diamond，A.(1996).Neurobiological and neuropsychological approaches to the study of cognitive and executive function-General discussion. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B–Biological Sciences*，351，1481–1482.

Yang，L.Y. (2011). Simply Talking about the Main Theory of Functionalism School. *Journal of the Party School of CPC Zhengzhou Municipal Committee*，(1)，31–33.

[杨露瑶. (2011). 试述功能主义学派的主要理论.*中共郑州市委党校学报*，(1)，31–33.]

Yang，X.M.，Qi，Y.L.，Shen，Z.F.，Han，B.X.，& Meng，B. (2015). The influence of family socio–economic status and occupational values on subjective well–being of medical students. *Chinese Journal of Clinical Psychology*，*23*，154–158.

[杨秀木，齐玉龙，申正付，韩布新，孟贝. (2015).家庭社会经济地位、职业价值观对医学生主观幸福感的影响.*中国临床心理学杂志*，*23*，154–158.]

Yang，Y. (2014). The unique artistic charm of dong minority big song. *Social Sciences in Guizhou*，8，152–156.

[杨毅. (2014).侗族大歌的独特艺术魅力.*贵州社会科学*，8，152–156.]

Ye，Z.，& Zhou，X.L. (2006). The musical brain. *Advances in Psychological Science*，*14*，641–647.

[叶铮，周晓林. (2006).音乐之脑.*心理科学进展，14*，641–647.]

Zhang，G.H. (2004). The singing characteristics and formal beauty of dong minority big song. *Chinese Music，14*，641–647.

[张贵华. (2004).侗族大歌的演唱特点及其形式美特征.*中国音乐*，3，110–112.]

Zhang，J.J.，Liu，L.H.，&Tan，L.H.(2005).The hypothesis of linguistic reality：New evidence and view. *Linguistic Science*，3，42–56.

[张积家，刘丽虹，谭力海.(2005).语言关联性假设的研究进展——新的证据与看法.*语言科学*，3，42–56.]

Zhang，W.D. (2014). Music，psychology and brain. *Journal of East China Normal University (Education Science Edition)*，1，89–96.

[张卫东. (2014).音乐、心理与大脑.*华东师范大学学报(教育科学版)*，1，89–96.]

Zhang，X.J.，& Yang. Y. (2013). Analysis on the cognitive basis of polyglot chorus form in dong minority big song. *Nationalities Forum*，11，95–98.

[张新杰，杨瑛. (2013).侗族大歌多声部合唱形式的认知基础分析.*民族论坛*，11，95–98.]

Effect of Dong Chorus on the Executive Function of Dong High School Students

WANG Ting[1]; ZHI Fengying[2]; LU Yutong[1]; ZHANG Jijia[1]

(1. Department of Psychology, Renmin University of China; The State Ethnic Affairs Commission Key Research Center for Language, Cultural, and Psychology; Key Research Center for National Psychology and Education, the National Education Development Center of the Ministry of Education, Beijing 100872, China)

(2. School of Education Science, Guizhou Normal University, Guiyang 550001, China)

Abstract

Considerable research suggests that musical experience and ability are related to various cognitive abilities. One aspect of cognition that may be related to musical training is executive function (EF), which involves a set of top-down processes that regulate behavior and cognition according to task demands. To date, many studies are investigating this relationship. However, results are mixed and difficult to compare because of not only the variety of EF components examined but also the variety of tasks used to measure EF and the variety of criteria used to categorize participants as “musicians” or “non-musicians.” Moreover, most studies focus more on Western music than Chinese folk music, which has its own unique expression and distinct musical character.

Dong Chorus, which is the multipart folk chorus of the Dong people in Guizhou Province, holds an important and unusual position in Chinese polyphonic folk songs. This stature is due to their splendid artistry, long history that can be textually researched, and the great influence of their vivid artistic practice, which gained the favor of numerous musicians. However, only a few scholars have studied the folk songs from the perspective of cognitive psychology or by means of experiments.

In this study, we divide EFs into three core components: inhibitory control, working memory, and cognitive flexibility in auditory and visual modalities. Dong musicians (n=32), Dong non-musicians (n=32), and the Han (n=32) high school students were involved in six experiments to test the effect of Dong Chorus on cognition and the existence and generality of the relationship between musical ability and EFs.

Results showed that Dong musicians and non-musicians outperformed Han students in inhibitory control and memory updating in auditory and visual versions of EF tasks, but no significant difference existed among the three groups in terms of shifting, which proved the generality of cognitive advantages of Dong Chorus. Dong non-musicians outperformed Han students in inhibition and switching, which suggested the interaction between language and music.

In summary, these results indicated that cognitive advantages associated with Dong Chorus are not limited to auditory processes, but they are limited to specific aspects of EF. This finding supports a process-specific (but modality-general) relationship between musical ability and nonmusical aspects of cognition. Protecting and developing the Dong Chorus are important.

Keywords: Dong nationality; Dong Chorus; executive function